

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАННОЙ СЕРИИ ИМПУЛЬСОВ ИЗЛУЧЕНИЯ БЕТАТРОНА

А. П. ГРИГОРЬЕВ, А. Ф. ШИНКЕВИЧ

(Представлена научным семинаром НИИ ЭИ)

При исследовании некоторых параметров пучка излучения бетатрона, например, при измерении фокусного пятна на мишени и в ряде других случаев, необходимо набирать дозы излучения, генерируемые за доли секунды. Естественно, что с помощью ручного управления подобная задача не может быть решена и необходимы автоматические электронные устройства, основанные, например, на отсчете заранее заданного числа импульсов излучения, после чего генерация излучения прекращается. Для этой цели было разработано несколько устройств, в частности, устройство на трохотронах для бетатронов с ламповыми схемами управления, а также схема на полупроводниковых приборах, описанная ниже.

В основе работы предложенной схемы лежит принцип формирования временного интервала, в течение которого бетатрон может генерировать излучение, при этом длительность временного интервала задается с помощью устройства сравнения на диодно-регенеративной схеме [1].

Применение пересчетных устройств в данном случае (необходимо задавать от 1 до 100 импульсов, т. е. длительность интервала $T_{\text{инт}} \leq 2$ сек) будет нецелесообразным из-за громоздкости схемы.

На рис. 1 приведена принципиальная схема предложенного устройства. Она состоит из собственной схемы синхронизации бетатрона и формирователя временного интервала со схемой временной селекции. Канал схемы инжекции состоит из датчика нуля магнитного поля — пик-трансформатора (ПТ) с обмоткой подпитки для регулирования фазы инжекции, резистивного усилителя на транзисторе T_1 и выходного каскада на тиристоре D_2 , запускаемого через защитный диод D_1 ; канал смещения состоит из каскада с регулируемой задержкой (T_3, T_4) и выходного каскада D_5 ; D_4 — защитный диод.

При включении переключателя П в положение 1—1 имеет место обычный режим работы схемы, и излучение от бетатрона генерируется непрерывно. В положении 2—2 между усилителем T_1 и каскадом задержки канала смещения оказывается включенной линейная схема пропускания (или схема временной селекции), выполненная на полевом транзисторе T_2 , которая из непрерывной последовательности импульсов пропускает на запуск канала смещения лишь определенную счетную серию импульсов в течение задаваемого интервала времени. Селекция импульсов только в канале смещения обусловлена тем, что не рекомендуется для имеющихся типов инжекторов включать напряжения инжекции скачком во избежание пробоя инжектора.

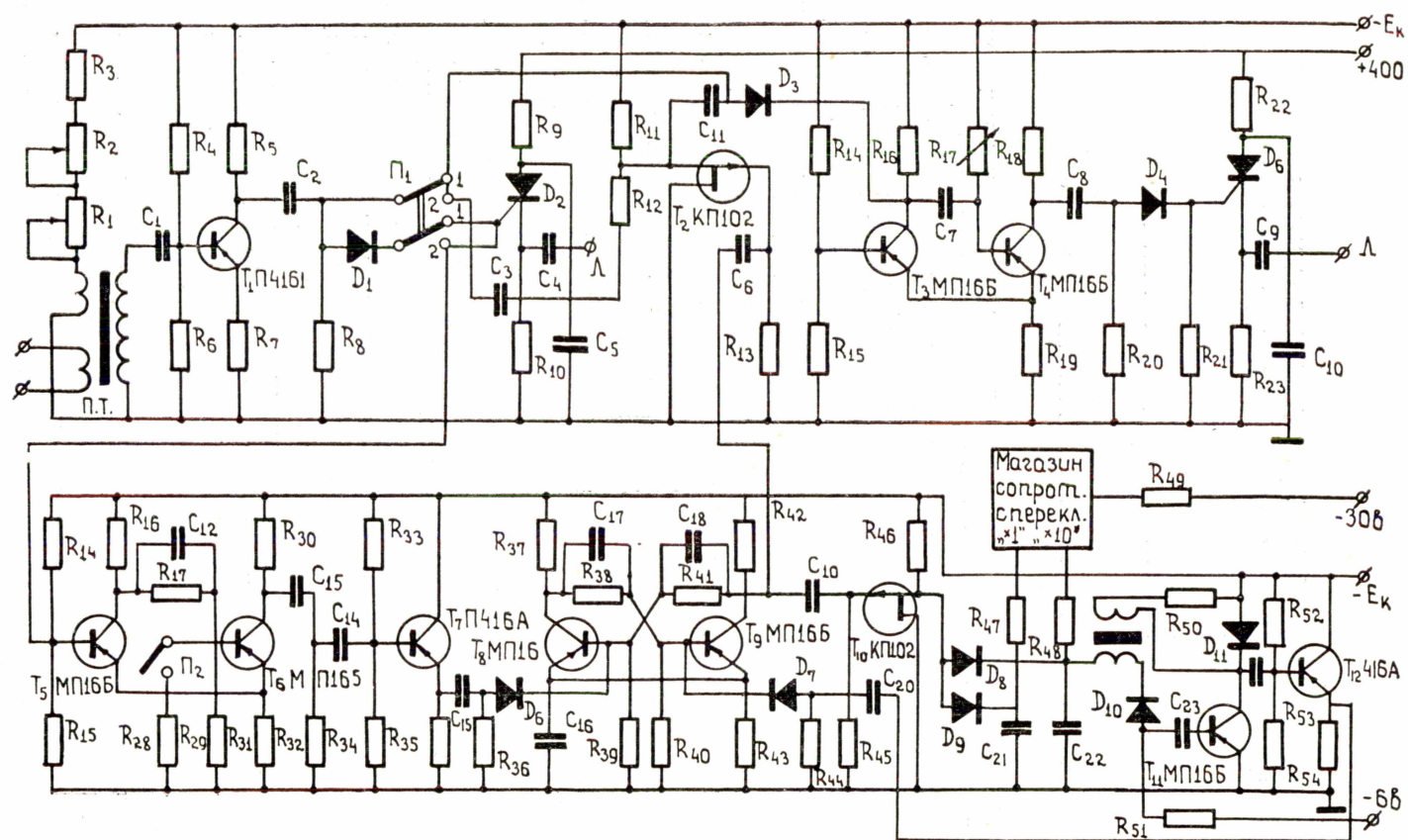


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Кратко рассмотрим работу схемы. В режиме формирования серий импульсы с усилителя (T_1) при перебросе переключателя Π_1 в положение 2—2 поступают на запуск несимметричного триггера (T_5, T_6) и на один из входов схемы пропускания (T_2). Происходит запуск триггера (T_5, T_6), на выходе появляется положительный перепад напряжения. С помощью дифференцирующей цепочки формируется остроконечный импульс, который затем через имиттерный повторитель (T_7) и диод подается на запуск формирователя строка — симметричного триггера с раздельным запуском (T_8, T_9). Триггер (T_5, T_6) необходим для того, чтобы отметить стартовый (первый) импульс из серии и не пропустить в схему последующие импульсы. Здесь предпочтительнее использование несимметричной схемы, так как ее выход не связан RC-цепью со входом, чем затрудняется проникновение последующих входных импульсов на выход.

При запуске триггера (T_8, T_9) на его выходе образуется положительный перепад напряжения, который подается на затворы транзисторов схемы пропускания (T_2) и ключевой схемы (T_{10}), при этом ток через T_2 и T_{10} фактически полностью прекращается. Использование полевых транзисторов в этих каскадах обусловлено необходимостью иметь высокое входное сопротивление.

При запираании транзистора T_2 на вход канала смещения начинают проходить импульсы до тех пор, пока триггер (T_8, T_9) не будет переведен в первоначальное состояние, а это произойдет через интервал времени, задаваемый с помощью хранирующей емкости и схемы сравнения.

Рассмотрим, каким образом это происходит. Перепад напряжения с коллектора T_9 подается на затвор ключа (T_{10}) и запирает его, при этом начинается заряд хранирующей емкости C_{22} от источника стабильного напряжения $E_{ст} = -30 В$, до этого момента ток от источника протекал через открытый ключ. Заряд емкости C_{22} осуществляется фактически постоянным током, поскольку, во-первых, используется лишь начальный участок экспоненты, во-вторых, оказывает свое действие корректирующая цепь $R_{47}-C_{21}$, связанная с времязадающей цепью RC через общее сопротивление R_{49} [2, 3].

В момент достижения линейно-падающим напряжением $U_{с0}$ значения напряжения, поданного на анод диода D_{10} , включенного в цепи базы сравнивающего устройства, он открывается. В результате протекания тока через базовую обмотку импульсного трансформатора в блокинг-генераторе развивается блокинг-процесс и на коллекторе T_{11} формируется короткий положительный импульс, задержанный относительно стартового импульса на время $T_{инт}$, определяемое постоянной цепи заряда. Этот импульс через эмиттерный повторитель T_{12} подается на второй вход симметричного триггера и возвращает его в исходное состояние.

В этот момент отпирается транзистор T_2 схемы пропускания и последовательность импульсов с датчика нуля поля уже не проходит на запуск схемы смещения. Заряд C_{22} прекращается, он разряжается через открывшийся ключ T_{10} . Чтобы получить следующую серию импульсов, нужно нажать кнопку «сброс» Π_2 несимметрично триггера для приведения его в исходное состояние.

Изменение длительности стробирующего импульса, а значит, и числа импульса в серии, достигаемая изменением параметров времязадающей цепи, в частности, измерением величин зарядных сопротивлений, которые выполнены в виде магазинов сопротивлений. В данном случае используется принцип построения широкодиапазонных аттенюаторов; два галетных переключателя позволяют изменять число импульсов в задаваемой серии через 1 и 10 импульсов.

Отметим, что при выборе параметров времязадающей цепи необходимо учесть условие [3]

$$C_{22}R_{48} \frac{R_{49}}{R_{47}} = C_{21}(R_{49} + R_{47}), \quad (1)$$

где R_{49} — общий резистор для RC-цепей, связывающий их с источником.

Номиналы резисторов в магазине сопротивлений выбираются из условия линейного нарастания напряжения заряда хранирующего конденсатора от 0 до U_{C_0} в заданном диапазоне

$$U_{C_0} = \frac{E_{ст}}{3RC} \cdot t, \quad (2)$$

где

$E_{ст}$ — напряжение источника напряжения для зарядной цепи,

U_{C_0} — напряжение, при котором должен запускаться блокинг-генератор,

t — временный интервал, в течение которого происходит формирование заданной серии импульсов.

Значение временного интервала при частоте $f = 50$ Гц может быть определено из выражения

$$\Delta t_i = \Delta t_{i-1} + 20 \text{ мсек}; \quad (3)$$

величина первого интервала принимается равной 10 мсек. Это позволяет избежать ошибок в отсчете импульсов при изменениях частоты следования импульсов, а также предъявлять менее строгие требования к допуску резисторов.

При проверке схемы погрешность задаваемой счетной серии составляла $\leq \pm 2\%$; при сериях от 1 до 50—55 импульсов ошибки практически не было, т. е. установленное число импульсов с помощью переключателей магазина сопротивлений и измеренное с помощью счетчика импульсов (ПП-15) в точности соответствовало друг другу; при дальнейшем увеличении числа импульсов до 100 ошибка составляла ± 1 импульс.

Схема может быть использована и в других областях техники, когда необходимо выделять счетное число импульсов из периодической последовательности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. Швецкий. Электронные измерительные приборы с цифровым отсчетом. Киев, «Техника», 1970.
2. З. П. Важенина и др. Методы и схемы временной задержки импульсных сигналов. М., «Советское радио», 1971.
3. В. А. Ильин. Телеконтроль и телеуправление. М., «Энергия», 1969.